

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-307472

(43)Date of publication of application : 05.11.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/265

H01L 21/02

H01L 27/12

(21)Application number : 10-131350

(71)Applicant : SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD

(22)Date of filing : 23.04.1998

(72)Inventor : INAZUKI SADAOMI

AGA KOJI

KOBAYASHI NORIHIRO

MITANI KIYOSHI

(54) SOI WAFER AND MANUFACTURE SOI BY HYDROGEN ION RELEASING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manufacturing method for an SOI wafer in which a damage layer and a surface roughness which remain behind on SOI layer surface in hydrogen ion releasing method are removed without grinding, and film thickness uniformness of an SOI layer is made efficient, and also contrive to simplify a step.

SOLUTION: This embodiment comprises a manufacturing method for an SOI wafer in which, after a coupling heat processing, a surface of an SOI layer is heated under a reduction atmosphere containing hydrogen without grinding the surface of the SOI layer in a manufacture for the SOI wafer by a hydrogen ion releasing method; and a manufacture for the SOI wafer in which, after a releasing heat processing, a surface of the SOI layer is heated under a reduction atmosphere containing hydrogen without grinding the surface of the SOI layer in the manufacture for the SOI wafer by the hydrogen ion releasing method; and the SOI wafer manufactured by these methods.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.06.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] How to manufacture the SOI wafer characterized by adding heat treatment under the reducing atmosphere which contains hydrogen, without grinding the front face of a SOI layer after heat-of-linkage processing in the approach of manufacturing a SOI wafer, by the hydrogen ion exfoliating method.

[Claim 2] How to manufacture the SOI wafer characterized by adding heat treatment under the reducing atmosphere which contains hydrogen, without grinding the front face of a SOI layer after exfoliation heat treatment in the approach of manufacturing a SOI wafer, by the hydrogen ion exfoliating method.

[Claim 3] How to manufacture the SOI wafer according to claim 1 or 2 characterized by performing heat treatment under the reducing atmosphere containing said hydrogen in the temperature requirement below the melting point of 1000 degrees C - silicon for 6 or less hours.

[Claim 4] How to manufacture the SOI wafer according to claim 1 or 2 characterized by performing heat treatment under the reducing atmosphere containing said hydrogen for 1 - 300 seconds in the temperature requirement below the melting point of 1000 degrees C - silicon using rapid heating and quick cooling equipment.

[Claim 5] How to manufacture the SOI wafer characterized by using the bond wafer to be used as CZ wafer in the approach of manufacturing a SOI wafer according to claim 4.

[Claim 6] How to manufacture the SOI wafer of a publication in any 1 term of claim 1 characterized by performing heat treatment under the reducing atmosphere containing said hydrogen in 100% ambient atmosphere of hydrogen, or the mixed ambient atmosphere of hydrogen and an argon thru/or claim 5.

[Claim 7] The SOI wafer characterized by being manufactured by the approach given in any 1 term of said claim 1 thru/or claim 6.

[Claim 8] The thickness homogeneity of a SOI layer is **3nm or less, and, for the surface roughness of a SOI layer, the surface defect density of a SOI layer is 103 at 0.3nm or less in an RMS value. An individual / cm² SOI wafer characterized by being the following.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION**[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the approach of attaining simplification of a process while removing the damage layer and surface roughness which remain on a SOI layer after exfoliation in the so-called hydrogen ion exfoliating method (called the smart cutting method) for exfoliating after combining the wafer which carried out the ion implantation, and manufacturing a SOI (silicon on insulator) wafer.

[0002]

[Description of the Prior Art] SIMOX (separation by implanted oxygen) which heat-treats at an elevated temperature and forms an oxide film after driving oxygen ion into a silicon single crystal by high concentration as a method of producing the wafer of SOI structure conventionally -- they are what is depended on law, and the technique in which the joining-together method which combines two silicon wafers which carried out mirror polishing, without using adhesives, and thin-film-izes wafer of one of the two attracts attention.

[0003] SIMOX -- since law can determine and control the thickness of the SOI layer used as a device active region by acceleration voltage at the time of oxygen ion implantation -- a thin layer -- and although there is an advantage which can obtain the high SOI layer of thickness homogeneity easily, the dependability of an embedding oxide film, the crystallinity of a SOI layer, and heat treatment at the temperature of 1300 degrees C or more are required -- etc. -- there are many problems.

[0004] On the other hand, the wafer joining-together method forms an oxide film at least in one side between two silicon mirror plane wafers of a single crystal. Join without using adhesives and association is strengthened with subsequently adding heat treatment (usually 1100 degrees C - 1200 degrees C). Since mirror polishing of the front face of a thin film is carried out and a SOI layer is formed after thin-film-izing wafer of one of the two by grinding or wet etching after that, there is an advantage that the dependability of an embedding oxide film is high and the crystallinity of a SOI layer is also good.

[0005] However, since it has thin-film-ized by mechanical processing, there is a fault that there is a limitation also in the thickness of the SOI layer which thin-film-izing takes serious time amount upwards, and is obtained in the grinding and polish by machining, and its homogeneity.

[0006] Moreover, although CZ wafer by which the silicon wafer used in the joining-together method was produced with the Czochralski method (CZ process) is used in many cases, it has become clear that the crystal defect called COP (Crystal Originated Particle) introduced into this CZ wafer at the time of crystal growth exists in recent years. Therefore, it has turned out that COP exists also in a SOI layer if CZ wafer is used for the bond wafer used as a device barrier layer, and COP penetrates a SOI layer, forms a pinhole and worsens an electrical property remarkably in the ultra-thin SOI layer demanded in recent years.

[0007] On the other hand, after growing up an epitaxial layer into CZ wafer, for example, the approach of combining this epitaxial layer side, and carrying out grinding and polish of the silicon wafer which serves as a pedestal after that, thin-film-izing it, and using an epitaxial layer as a SOI layer is proposed (refer to JP,7-254689,A). By this approach, although crystal defects, such as said COP, can be extinguished certainly, in order to obtain a SOI layer by the grinding and polish by machining, a problem arises in thickness and its homogeneity like the above-mentioned.

[0008] Moreover, since oxygen is hardly contained in FZ wafer also when FZ wafer is used, the defect resulting from oxygen and the problem of said COP are lost. However, since the grinding and polish by machining are required in order to obtain a SOI layer, there is no change in a problem arising in thickness and its homogeneity.

[0009] in addition, not only when the above-mentioned wafer joining-together method combines silicon wafers, but a silicon wafer, SiO₂ and SiC, and aluminum 2O₃ etc. -- it may couple directly with an insulating wafer and a SOI layer

may be formed

[0010] The approach (the hydrogen-ion exfoliating method: technique called the smart cutting method) of exfoliating after, combining the wafer which carried out the ion implantation as the manufacture approach of a SOI wafer on the other hand recently, and manufacturing a SOI wafer is newly beginning to attract attention. While this approach forms an oxide film at least in one side among two silicon wafers At least one side is poured in among a hydrogen ion or rare gas ion from the top face of one silicon wafer. After making a minute air-bubbles layer (enclosure layer) form in the interior of this wafer, the field of the direction which poured in this ion is stuck with the silicon wafer of another side through an oxide film. It is the technique (refer to JP,5-211128,A) which adds the postheat treatment (exfoliation heat treatment), exfoliates one wafer in the shape of a thin film by making a minute air-bubbles layer into a cleavage plane, adds heat treatment (heat-of-linkage processing) further, combines firmly, and is used as a SOI wafer. By this approach, a cleavage plane is a good mirror plane and the SOI wafer also with the high homogeneity of the thickness of a SOI layer is obtained comparatively easily.

[0011] and not only when combining silicon wafers also in this hydrogen ion exfoliating method, but a silicon wafer -- an ion implantation -- carrying out -- this, SiO₂ and SiC, and aluminum 2O₃ etc. -- it may couple directly with an insulating wafer and a SOI layer may be formed

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When producing a SOI wafer by such hydrogen ion exfoliating method, the damage layer by the ion implantation exists in the SOI wafer front face after exfoliation, and surface roughness will become large on it. Therefore, by the hydrogen ion exfoliating method, in order to remove such a damage layer and surface roughness, very few mirror-polishing processes of the polish cost called a touch polish in the final process after heat-of-linkage processing are needed.

[0013] Thus, if polish which is finally machining about a SOI layer is carried out, since the machining allowance of polish is not uniform, the problem said that the thickness homogeneity of the SOI layer attained by hydrogen ion impregnation and exfoliation will get worse will arise. Moreover, by carrying out mirror polishing, many processes are complicated after heat-of-linkage processing, and disadvantageous for it also in cost.

[0014] Then, this invention was made in view of such a trouble, it is removed in the hydrogen ion exfoliating method, without grinding the damage layer and surface roughness which remain on a SOI layer front face after exfoliation, and while offering the approach of manufacturing the SOI wafer which made thickness homogeneity of a SOI layer good, it aims at attaining simplification of a process.

[0015]

[Means for Solving the Problem] Invention indicated to claim 1 of this invention in order to solve the above-mentioned technical problem is the approach of manufacturing the SOI wafer characterized by adding heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen, without grinding the front face of a SOI layer after heat-of-linkage processing in the approach of manufacturing a SOI wafer, by the hydrogen ion exfoliating method.

[0016] Thus, the damage layer and surface roughness which remain on a SOI layer front face are removable by adding heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen after heat-of-linkage processing. Therefore, since it becomes unnecessary to carry out mechanical polish and thickness homogeneity is not worsened, the very quality SOI wafer holding the homogeneity of the thickness attained by the hydrogen ion exfoliating method can be manufactured.

[0017] Moreover, invention indicated to claim 2 of this invention is the approach of manufacturing the SOI wafer characterized by adding heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen, without grinding the front face of a SOI layer after exfoliation heat treatment in the approach of manufacturing a SOI wafer, by the hydrogen ion exfoliating method.

[0018] Thus, while the damage layer and surface roughness which remain on a SOI layer front face by adding heat treatment under the reducing atmosphere which contains hydrogen after exfoliation heat treatment are removable, heat treatment under the reducing atmosphere containing this hydrogen shall be served also as heat-of-linkage processing. Therefore, since it also becomes unnecessary for it becoming unnecessary to carry out mechanical polish, and worsening thickness homogeneity to perform heat-of-linkage processing independently, the SOI wafer of high quality can be extremely manufactured at a simpler process by the hydrogen ion exfoliating method.

[0019] Next, in invention indicated to claim 3 of this invention, it was made to perform heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen in the temperature requirement below the melting point of 1000 degrees C - silicon for 6 or less hours. If elevated-temperature long time heat treatment of such conditions is carried out, the damage layer and surface roughness which are certainly shown in the front face of the SOI layer after exfoliation are removable. Moreover, heat treatment under the reducing atmosphere containing this hydrogen can be performed using the usual heat treating furnace.

[0020] Moreover, in invention indicated to claim 4 of this invention, it was made to perform heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen in the temperature requirement below the melting point of 1000 degrees C - silicon for 1 - 300 seconds using rapid heating and quick cooling equipment. Thus, if heat treatment under the reducing atmosphere which uses rapid heating and quick cooling equipment for the SOI wafer after exfoliation, and contains hydrogen is performed, the damage layer and surface roughness of a SOI wafer front face are efficiently [very] improvable in a short time.

[0021] And since COP in CZ wafer, then said SOI layer also sets the bond wafer to be used and it can improve in the approach of manufacturing a SOI wafer according to claim 4 as indicated to claim 5, it is desirable.

[0022] Moreover, as indicated to claim 6 of this invention, it is desirable to perform heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen in 100% ambient atmosphere of hydrogen or the mixed ambient atmosphere of hydrogen and an argon. A such heat treatment ambient atmosphere, then ** which improves the surface damage layer and the surface roughness of a SOI layer certainly are made.

[0023] And according to such this invention approach, the SOI wafer of high quality can be obtained extremely that it is easy to be thickness homogeneity (claim 7). Especially like claim 8, the thickness homogeneity of a SOI layer is **3nm or less, and, for the surface roughness of a SOI layer, the surface defect density of a SOI layer is 103 at 0.3nm or less in an RMS value. An individual / cm² The SOI wafer of the high quality that it is the following can be obtained.

[0024]

[Embodiment of the Invention] Although the gestalt of operation of this invention is explained hereafter, referring to a drawing, this invention is not limited to these. Here, drawing 1 is the flow Fig. showing an example of the production process of an approach which manufactures a SOI wafer by the hydrogen ion exfoliating method of this invention.

[0025] Hereafter, this invention is explained focusing on the case where two silicon wafers are combined. First, in the hydrogen ion exfoliating method of drawing 1, at a process (a), two silicon mirror plane wafers are prepared and the bond wafer 2 used as the base wafer 1 used as the pedestal suitable for the specification of a device and a SOI layer is prepared.

[0026] Next, at a process (b), one [at least] wafer of them is oxidized thermally, the bond wafer 2 is oxidized thermally here, and the oxide film 3 of about 0.1 micrometers - 2.0 micrometer thickness is formed in the front face.

[0027] On the other hand, pour in a hydrogen ion at least here to one side of the bond wafer 2 which formed the oxide film in the front face at the process (c), the minute air-bubbles layer (enclosure layer) 4 parallel to a front face is made to form in the average penetration depth of ion among a hydrogen ion or rare gas ion, and this impregnation temperature has desirable 25-450 degrees C.

[0028] A process (d) is a process which piles up and sticks the base wafer 1 to the hydrogen ion impregnation side of the bond wafer 2 which carried out hydrogen ion impregnation through an oxide film, and wafers paste it up by contacting the front faces of two wafers under the pure ambient atmosphere of ordinary temperature, without using adhesives etc.

[0029] Next, a process (e) is an exfoliation heat treatment process divided into the exfoliation wafer 5 and the SOI wafer 6 (SOI layer 7+ pad oxide film 3+ base wafer 1) by exfoliating bordering on the enclosure layer 4, for example, if heat treatment is added at the temperature of about 500 degrees C or more under an inert gas ambient atmosphere, it will be divided into the exfoliation wafer 5 and the SOI wafer 6 by the rearrangement of a crystal, and condensation of air bubbles.

[0030] The approach of this invention of the process so far is the same as that of the conventional hydrogen ion exfoliating method. And this invention divides into an approach like after [this exfoliation process] claim 1, and an approach like claim 2.

[0031] First, by the approach of claim 1, heat-of-linkage down stream processing is performed at a process (f) as usual after an exfoliation process. In the bonding strength of the wafers stuck by the adhesion process and exfoliation heat treatment process of said process (d) and (e), since this process is weak for using it at a device process as it is, as heat-of-linkage processing, it performs hot heat treatment to the SOI wafer 6, and makes bond strength sufficient thing. It is desirable to perform this heat treatment in 2 hours from 30 minutes at 1050 degrees C - 1200 degrees C for example, under an inert gas ambient atmosphere.

[0032] And although the process of a touch polish is performed and the process which removes the damage layer and surface roughness which exist in the cleavage plane which is a front face of the SOI layer 7 is performed with a conventional method next, in this invention, in a process (g), heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen is performed, and the damage layer and surface roughness of a SOI layer front face are removed. Thus, the damage layer and surface roughness which remain on a SOI layer front face can be removed after heat-of-linkage processing by adding heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen, without grinding a SOI layer front face, without worsening thickness homogeneity.

[0033] On the other hand, by the approach of claim 2 of this invention, heat treatment under the reducing atmosphere containing the hydrogen of a direct process (g) is performed after an exfoliation process, without [without it performs independent heat-of-linkage down stream processing (f), and] grinding the front face of a SOI layer.

[0034] That is, while removing the damage layer and surface roughness which remain on a SOI layer front face by adding heat treatment under the reducing atmosphere which contains hydrogen immediately after exfoliation heat treatment, heat treatment under the reducing atmosphere containing this hydrogen shall be served also as heat-of-linkage processing. Therefore, since it also becomes unnecessary for it becoming unnecessary to carry out mechanical polish, and worsening thickness homogeneity to perform heat-of-linkage processing independently, it can consider as a simpler process and can contribute also to improvement in the productivity of a quality SOI wafer.

[0035] The SOI wafer 6 of the high quality which crystal quality is high and has the high SOI layer 7 of thickness homogeneity through the above process can be manufactured (process (h)).

[0036] And below the melting point of 1000 degrees C - silicon, heat treatment under the reducing atmosphere containing the hydrogen of the above processes (g) is a 1200 degrees C - 1350 degrees C temperature requirement, and it is more preferably desirable to carry out for 6 or less hours. If elevated-temperature long time heat treatment of such conditions is carried out, even if it uses the heat treating furnace of what kind of format, the damage layer and surface roughness in the front face of the SOI wafer which exfoliated certainly are removable. Although a damage layer and surface roughness can be improved especially efficiently and heat treatment time amount can be shortened with their being the elevated temperatures above 1200 degrees C, since the endurance of a furnace and the problem of wafer contamination may arise when it heat-treats exceeding 1350 degrees C, it is good to consider as the range of 1200 degrees C - 1350 degrees C.

[0037] Moreover, since time amount is taken in having used the usual heat treating furnace as mentioned above, in this invention, using rapid heating and quick cooling equipment, it is a temperature requirement below the melting point of 1000 degrees C - silicon, and heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen can be performed for 1 - 300 seconds. Thus, if heat treatment under the reducing atmosphere which uses rapid heating and quick cooling equipment for the SOI wafer after exfoliation, and contains hydrogen is performed, the damage layer and surface roughness of a SOI wafer front face are efficiently [very] improvable in a short time. It is more effective to consider as a 1200-1350-degree C temperature requirement like the above also in this case.

[0038] In this case, especially the thing with the high need of performing heat treatment under the reducing atmosphere which contains hydrogen using rapid heating and quick cooling equipment is the case where the bond wafer to be used is used as CZ wafer.

[0039] As for this, COP introduced into CZ wafer at the time of crystal manufacture exists as mentioned above. Therefore, when a SOI layer which is demanded in recent years is thin, this COP penetrates a SOI layer, exists and may form a pinhole. In such a case, it is because the problem referred to as passing along this pinhole, and reducibility gas invading, and returning the embedding oxide film 3 during heat treatment will arise if heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen is performed over long duration. On the other hand, if it is rapid heating and quick cooling equipment, since it will end with short-time heat treatment extremely, it is also possible a thing which returns the above-mentioned embedding oxide film thru/or to double and remove COP in a SOI layer further.

[0040] Since a problem which returns the above embedding oxide films is not produced on the other hand when the bond wafer to be used is used as an epitaxial wafer or FZ wafer, heat treatment under the reducing atmosphere which contains hydrogen using the usual furnace may be performed. However, it is more efficient to use rapid heating and quick cooling equipment, since there is no change in heat treatment of long duration being needed.

[0041] Equipment like [as rapid heating and equipment which can cool quickly] the lamp heater by thermal radiation under the reducing atmosphere which contains hydrogen for such a SOI wafer used by this invention can be mentioned. Moreover, for example, the product made from AST and equipment like SHS-2800 can be mentioned as what is marketed, and these are not extraordinarily complicated and expensive.

[0042] Here, rapid heating and an example of equipment which can cool quickly are shown under the reducing atmosphere which contains hydrogen for the SOI wafer used by this invention. Drawing 4 is rapid heating and the schematic diagram of equipment which can cool quickly. The thermal treatment equipment 20 of drawing 4 has the bell jar 21 which consists of silicon carbide or a quartz, and heat-treats a wafer within this bell jar 21. The heating heater 22 and 22' which are arranged so that a bell jar 21 may be surrounded perform heating. This heating heater is divided in the vertical direction, and can control now the power supplied independently, respectively. Of course, a heating method is not limited to this and is good also as the so-called radiation heating and a high-frequency-heating method. The housing 23 for covering heat is arranged on the outside of the heating heater 22 and 22'.

[0043] Down the furnace, the water-cooled chamber 24 and the base plate 25 have been arranged, and atmospheric air is

blocked in a bell jar 21. And the SOI wafer 28 is held on a stage 27, and the stage 27 is attached in the upper limit of the support shaft 26 which can move up and down freely by the motor 29. Wafer insertion opening which is not illustrated [which is constituted possible / closing motion / with a gate valve] is prepared in the water-cooled chamber 24 so that a wafer can be taken in and out of a longitudinal direction in a furnace. Moreover, gas input and an exhaust port are established in the base plate 25, and the gas ambient atmosphere in a furnace can be adjusted now to it.

[0044] Rapid heating and heat treatment which cools quickly are performed as follows under the reducing atmosphere containing hydrogen in a SOI wafer by the above thermal treatment equipments 20. First, by the heating heater 22 and 22', the inside of a bell jar 21 is heated to the request temperature below the melting point of 1000 degrees C - silicon, and is held to the temperature. If a supply voltage is controlled independently for each divided heating heater, temperature distribution can be given for the inside of a bell jar 21 along the height direction. Therefore, the location of insertion of a stage 27, i.e., the amount into the furnace of the support shaft 26, can determine the processing temperature of a wafer. A heat treatment ambient atmosphere is adjusted by introducing the reducibility gas which contains hydrogen from the gas input of a base plate.

[0045] If the inside of a bell jar 21 is maintained at request temperature, with the non-illustrated wafer handling device which adjoins a thermal treatment equipment 20 and is arranged, a SOI wafer will be put in from insertion opening of the water-cooled chamber 24, and a wafer will be put for example, through a SiC boat on the stage 27 made to stand by in the lowest end position. Since water cooling of the water-cooled chamber 24 and the base plate 25 is carried out at this time, a wafer is not elevated-temperature-ized in this location.

[0046] And if installation of a up to [the stage 27 of a SOI wafer] is completed, by inserting the support shaft 26 into a furnace by the motor 29 immediately, a stage 27 will be raised to the request temperature location below the melting point of 1000 degrees C - silicon, and elevated-temperature heat treatment will be added to the SOI wafer on a stage. In this case, since it takes only about 20 seconds, rapid heating of the SOI wafer will be carried out to migration from the stage lower limit location in the water-cooled chamber 24 to a request temperature location.

[0047] And elevated-temperature heat treatment for the bottom stop time of a reducing atmosphere can be added to a SOI wafer by carrying out a predetermined time halt (1 - 300 seconds) of the stage 27 in a request temperature location. If predetermined time passes and elevated-temperature heat treatment is completed, by drawing out the support shaft 26 out of a furnace by the motor 29 immediately, a stage 27 will be dropped and it will consider as the lower limit location in the water-cooled chamber 24. This downward actuation can also be performed in about 20 seconds. Since water cooling of the water-cooled chamber 24 and the base plate 25 is carried out, the SOI wafer on a stage 27 is cooled quickly. Finally, heat treatment is completed by taking out a SOI wafer with a wafer handling device. Since the temperature of a thermal treatment equipment 20 is not made to lower when there is a SOI wafer furthermore heat-treated, a wafer can be thrown in one after another and it can heat-treat continuously.

[0048] In this case, as an ambient atmosphere of heat treatment under the reducing atmosphere containing the hydrogen of this invention, it can carry out in 100% ambient atmosphere of hydrogen, or the mixed ambient atmosphere of hydrogen and an argon. It is because ** which improves the damage layer of the front face of a SOI wafer and surface roughness certainly is made, without forming such a heat treatment ambient atmosphere, then a coat which serves as damage on a SOI wafer front face.

[0049] Thus, by this invention approach, the SOI wafer of high quality can be obtained extremely that it is easy to be thickness homogeneity. In this invention, the thickness homogeneity of a SOI layer is **3nm or less especially, and, for the surface roughness of a SOI layer, the surface defect density of a SOI layer is 10³ at 0.3nm or less in an RMS value. An individual / cm² Each quality item that it is the following can obtain the SOI wafer of high quality.

[0050]

[Example] Although the example of this invention is given and being explained concretely hereafter, this invention is not limited to these.

(Example 1) The conductivity type prepared two silicon mirror plane wafers 20 ohm-cm and whose diameters resistivity is 150mm with p mold. Among these, it decided to manufacture a SOI wafer by the hydrogen ion exfoliating method of this invention for having followed the process shown in drawing 1 (a) - (h), using one side as a bond wafer.

[0051] First, according to (a) - (e) of drawing 1, the bond wafer was exfoliated and the SOI wafer 6 was obtained. At this time, thickness of a SOI layer was made into 0.4 microns, in addition the main conditions, such as an ion implantation, were carried out as follows.

1) Pad oxide-film thickness : 400nm (0.4 microns) 2 hydrogen impregnation conditions: H⁺ Ion, impregnation energy 100keV Impregnation dosage 8x10¹⁶ /cm² 3 exfoliation heat-treatment conditions: N₂ The bottom of a gas ambient atmosphere, 500 degree-Cx30 minute [0052] In this way, although the SOI wafer which has a SOI layer with a thickness

of 0.4 microns was able to be obtained, when the surface roughness of the front face (stripped plane) of a SOI [that

drawing 1 (e) has exfoliated] wafer was measured on the 1-micron square by the atomic force microscope method, it was an average of 7.4nm in the RMS value (square mean square root granularity), respectively. This value is a value of 10 times or more of the surface roughness of the usual silicon wafer by which mirror polishing was carried out, and the front face of a SOI [having exfoliated] layer is understood that local ***** is large.

[0053] Moreover, in order to investigate the depth of the damage layer of the stripped plane of a SOI [that drawing 1 (e) has exfoliated] wafer, etching by the KOH water solution was performed and the SOI wafer into which the amount of etching removal from a front face was changed was prepared. And after performing the four-step SEKOETCHINGU method indicated by H.Gassel and others (J. Electrochem.Soc., 140, pp 1713 and 1993) in these SOI wafers, microscope observation was carried out, and it measured by counting the pit consistency which exists in the front face. The amount of etching removal was set to 0, 50, and 100 or 150,200,250,300nm. The measurement result was shown in the curve a of drawing 2 .

[0054] This drawing shows that a damage layer with a depth of about 150nm is shown in the front face of the SOI wafer immediately after exfoliation. In addition, it is thought that the pit observed in a place deeper than 150nm is the consistency of the crystal defect which exists in a bond wafer from the first.

[0055] Moreover, the thickness of the SOI layer of a SOI [that drawing 1 (e) has exfoliated] wafer was measured, and thickness homogeneity was searched for. Thickness measurement was performed by reflective spectroscopy and measured the inside of the field of a SOI wafer thousands of points in 1mm pitch except for 10mm from the periphery. The sigma (standard deviation) of measured value is 0.9nm, therefore thickness homogeneity (three sigmas) is **2.7nm, and it turned out that it is less than **3nm as it is bad. Therefore, it turned out that the thickness homogeneity of the SOI layer after exfoliation is very good.

[0056] Next, heat-of-linkage processing was performed to the SOI wafer by drawing 1 (f). Heat-of-linkage processing conditions are N2. It considered as 2 hours at 1100 degrees C under the gas ambient atmosphere, and the SOI layer was firmly combined with the bond wafer.

[0057] Next, heat treatment under the reducing atmosphere which contains hydrogen by drawing 1 (g) using the rapid heating and quick cooling equipment which showed the SOI wafer after heat-of-linkage processing to drawing 4 , without grinding was performed. Heat treatment conditions were set as for 30 seconds at 1200 degrees C under 100% ambient atmosphere of hydrogen. In addition, before heat treatment, washing before heat treatment was carried out so that a SOI wafer might not be polluted. This washing performed two-step washing of (the ammonia/hydrogen peroxide solution), and (a hydrochloric acid/hydrogen peroxide solution) widely known as the so-called RCA washing.

[0058] And when the surface roughness of the SOI layer after heat treatment by rapid heating and quick cooling equipment was again measured on the 1-micron square by the atomic force microscope method, with the RMS value (square mean square root granularity), it is an average of 0.25nm, and it was able to be certainly set to 0.3nm or less, respectively. This value is equivalent to the surface roughness of the usual silicon wafer by which mirror polishing was carried out, and it turns out that the improvement of remarkable surface roughness was achieved by heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen.

[0059] Moreover, in order to investigate the depth of the damage layer of the SOI wafer after heat treatment by rapid heating and quick cooling equipment, etching by the KOH water solution was performed and the SOI wafer into which the amount of etching removal from a front face was changed was prepared. And after performing the four-step SEKOETCHINGU method indicated by said H.Gassel and others in these SOI wafers, microscope observation was carried out, and it measured by counting the pit consistency which exists in the front face. The amount of etching removal was set to 0 or 50,100,150,200,300nm. The measurement result was shown in the curve b of drawing 2 . In spite of not grinding from this drawing in the front face of the SOI wafer after heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen, it turns out that the damage layer is lost. namely, the surface defect density of a SOI layer -- about 250 -- piece/cm² it is -- the depth direction -- this value -- not changing -- certain -- 103 An individual / cm² It turns out that it can consider as the following.

[0060] Moreover, the thickness of the SOI layer of the SOI wafer after heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen was measured by reflective spectroscopy like the above, and thickness homogeneity was searched for again. Consequently, the sigma of measured value was 0.9nm, therefore thickness homogeneity (three sigmas) was **2.7nm, and was the value same before performing heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen. Therefore, it turned out by **3nm or less that the thickness homogeneity of the SOI layer of the SOI wafer produced by this invention is very good.

[0061] (Example 2) Like the example 1, according to (a) - (e) of drawing 1 , the bond wafer was exfoliated and the SOI wafer 6 was obtained. At this time, thickness of a SOI layer was made into 0.4 microns, in addition also made the main conditions, such as an ion implantation, be the same as that of an example 1.

[0062] In this way, although the SOI wafer which has a SOI layer with a thickness of 0.4 microns was able to be obtained, when the surface roughness of the front face (stripped plane) of a SOI [that drawing 1 (e) has exfoliated] wafer was measured on the 1-micron square by the atomic force microscope method, it was an average of 8.4nm in the RMS value (square mean square root granularity).

[0063] Moreover, in order to investigate the depth of the damage layer of the stripped plane of a SOI [that drawing 1 (e) has exfoliated] wafer, etching by the KOH water solution was performed and the SOI wafer into which the amount of etching removal from a front face was changed was prepared. And when it measured by counting the pit consistency which carries out microscope observation and exists in the front face after performing the four-step SEKOETCHINGU method indicated by said H.Gassel and others in these SOI wafers, it was checked like the example 1 that there is a damage layer with a depth of about 150nm.

[0064] Moreover, the thickness of the SOI layer of a SOI [that drawing 1 (e) has exfoliated] wafer was measured, and thickness homogeneity was searched for. Thickness measurement was performed by reflective spectroscopy and measured the inside of the field of a SOI wafer thousands of points in 1mm pitch except for 10mm from the periphery. The sigma of measured value is 0.9nm like an example 1, therefore thickness homogeneity (three sigmas) is $\pm 2.7\text{nm}$, and it turned out that it is less than $\pm 3\text{nm}$ as it is bad. Therefore, it turned out that the thickness homogeneity of the SOI layer after exfoliation is very good.

[0065] Next, heat-of-linkage processing of the SOI wafer of drawing 1 (f) was omitted, and heat treatment under the reducing atmosphere containing the hydrogen of drawing 1 (g) was performed to the SOI [having exfoliated] wafer as what serves also as heat-of-linkage processing using the rapid heating and quick cooling equipment shown in drawing 4. Heat treatment conditions were set as for 30 seconds at 1200 degrees C under 100% ambient atmosphere of hydrogen. In addition, before heat treatment, washing before heat treatment was carried out so that a SOI wafer might not be polluted. This washing performed two-step washing of (the ammonia/hydrogen peroxide solution), and (a hydrochloric acid/hydrogen peroxide solution) widely known as the so-called RCA washing.

[0066] And when the surface roughness of the SOI layer after heat treatment by rapid heating and quick cooling equipment was again measured on the 1-micron square by the atomic force microscope method, it was an average of 0.26nm in the RMS value (square mean square root granularity), respectively. This value is equivalent to the surface roughness of the usual silicon wafer by which mirror polishing was carried out, and it turns out that the improvement of remarkable surface roughness was achieved by heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen irrespective of the existence of heat-of-linkage processing.

[0067] Moreover, in order to investigate the depth of the damage layer of the SOI wafer after heat treatment by rapid heating and quick cooling equipment, etching by the KOH water solution was performed and the SOI wafer into which the amount of etching removal from a front face was changed was prepared. And after performing the four-step SEKOETCHINGU method indicated by said H.Gassel and others in these SOI wafers, microscope observation was carried out, and it measured by counting the pit consistency which exists in the front face. When the amount of etching removal was measured as 0 or 50,100,150,200,300nm, in spite of having not ground, in the front face of a SOI wafer, it turned out like the example 1 that the damage layer is lost.

[0068] Moreover, the thickness of the SOI layer of the SOI wafer after heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen was measured by reflective spectroscopy like the above, and thickness homogeneity was searched for again. Consequently, the sigma of measured value was 0.9nm, therefore thickness homogeneity (three sigmas) was $\pm 2.7\text{nm}$, and was the value same before performing heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen. Therefore, it turned out by $\pm 3\text{nm}$ or less that the thickness homogeneity of the SOI layer of the SOI wafer produced by this invention is very good.

[0069] On the other hand, the SOI wafer of this example 2 is usually N2. Although the bond strength of a SOI layer becomes anxious since the so-called heat-of-linkage processing performed under a gas ambient atmosphere in 1100 degree-Cx 2 etc. hours etc. is omitted independently Adhesives were used for the SOI layer and the front face of a base wafer, the fixture was attached, the place and SOI layer which performed the tensile strength trial of whether a SOI layer separates did not separate, and the direction of a fixture fractured previously. the breaking strength of a fixture -- at least -- 800 kg/cm² it is . Therefore, when heat-treating under the reducing atmosphere which contains hydrogen using rapid heating and quick cooling equipment, the bond strength of a SOI layer was also found by that sufficient thing is obtained.

[0070] (Example of a comparison) According to drawing 1 (a) - (f), the SOI wafer which performed heat-of-linkage processing after exfoliation by the hydrogen ion exfoliating method was obtained like the example 1. The touch polish was performed to this like a conventional method, and a surface damage layer and surface roughness were removed. At this time, the thickness of a SOI layer was measured by reflective spectroscopy like the above, and drawing 3 expressed

that result with the relation between the polish cost by the touch polish, and the sigma of a thickness measurement value.

[0071] If this drawing is seen, by grinding shows that the thickness homogeneity of a SOI layer gets worse remarkably so that clearly. Removal of no less than 150nm required in order to remove a surface damage layer especially worsens thickness homogeneity remarkably.

[0072] In addition, this invention is not limited to the above-mentioned operation gestalt. The above-mentioned operation gestalt is instantiation, and no matter it may be what thing which has the same configuration substantially with the technical thought indicated by the claim of this invention, and does the same operation effectiveness so, it is included by the technical range of this invention.

[0073] For example, although explained focusing on the case where combine two silicon wafers above and a SOI wafer is produced, it is not limited in this case and combines with an insulating wafer after an ion implantation to a silicon wafer, and naturally this invention can be applied, also when exfoliating a silicon wafer and manufacturing a SOI wafer.

[0074] Moreover, it is not limited to what was shown in drawing 1 , and other processes, such as washing and heat treatment, may be added to this process, or exchange of the order of a process, an abbreviation, etc. can also perform the production process of the SOI wafer of this invention suitably according to the purpose a part.

[0075]

[Effect of the Invention] As explained above, since it is made to remove by performing heat treatment under the reducing atmosphere containing hydrogen, without grinding the damage layer and surface roughness which remain on a SOI layer front face after exfoliation, while the thickness homogeneity of a SOI layer can manufacture a very good SOI wafer, by this invention, simplification of a process can be attained in the hydrogen ion exfoliating method. Therefore, the SOI wafer of high quality can be extremely manufactured by low cost.

[Translation done.]

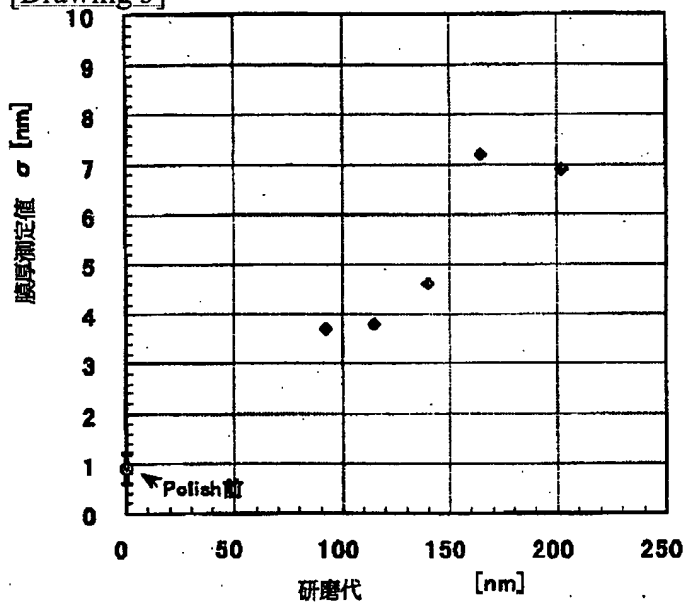
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

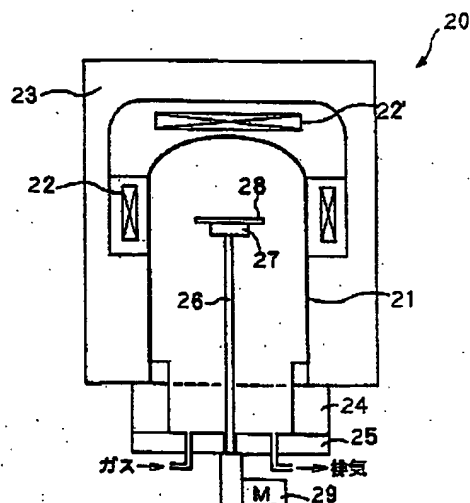
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

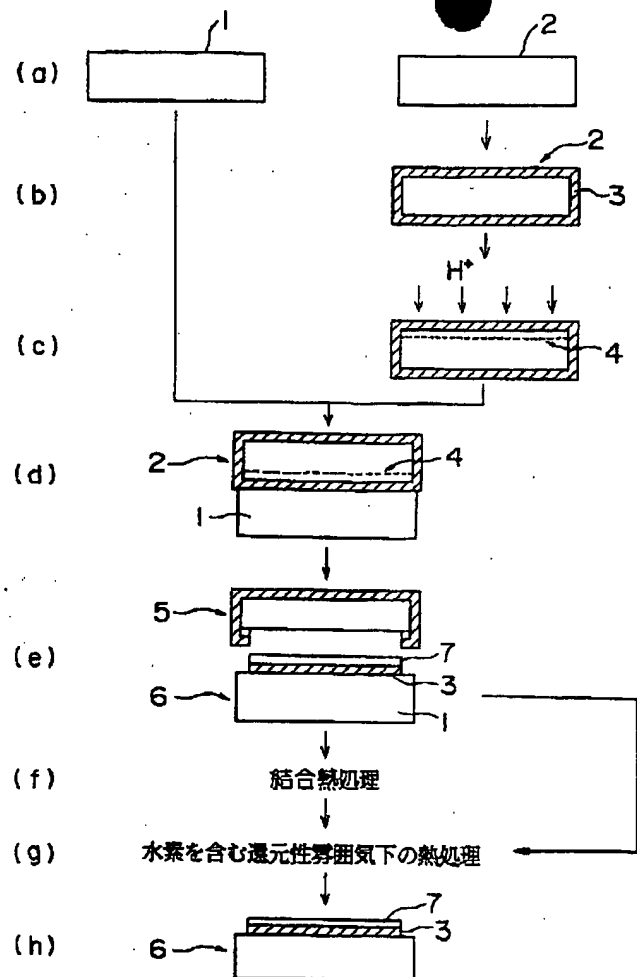
[Drawing 3]



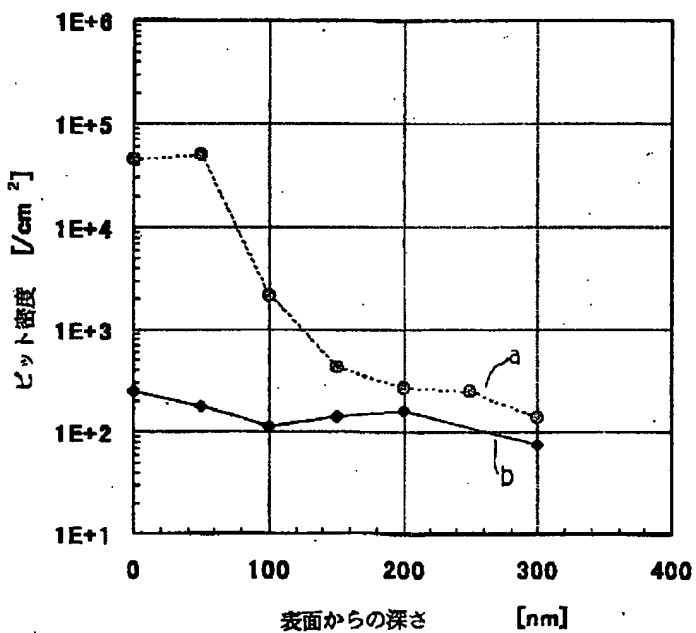
[Drawing 4]



[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-307472

(43)公開日 平成11年(1999)11月5日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
H01L 21/265		H01L 21/265	Q
21/02		21/02	Z
27/12		27/12	B

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全10頁)

(21)出願番号	特願平10-131350	(71)出願人	000190149 信越半導体株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目4番2号
(22)出願日	平成10年(1998)4月23日	(72)発明者	稲月 判臣 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半 導体株式会社磯部工場内
		(72)発明者	阿賀 浩司 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半 導体株式会社半導体磯部研究所内
		(72)発明者	小林 徳弘 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半 導体株式会社半導体磯部研究所内
		(74)代理人	弁理士 好宮 幹夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 水素イオン剥離法によってSOIウエーハを製造する方法およびこの方法で製造されたSOIウエーハ

(57)【要約】

【課題】 水素イオン剥離法において、剥離後にSOI層表面に残留するダメージ層、表面粗さを、研磨することなく除去し、SOI層の膜厚均一性を良好なものとしたSOIウエーハを製造する方法を提供するとともに、工程の簡略化を図る。

【解決手段】 水素イオン剥離法によってSOIウエーハを製造する方法において、結合熱処理後、SOI層の表面を研磨することなく水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を加えることを特徴とするSOIウエーハを製造する方法、および水素イオン剥離法によってSOIウエーハを製造する方法において、剥離熱処理後、SOI層の表面を研磨することなく水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を加えることを特徴とするSOIウエーハを製造する方法、ならびにこれらの方法で製造されたことを特徴とするSOIウエーハ。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素イオン剥離法によってSOIウエーハを製造する方法において、結合熱処理後、SOI層の表面を研磨することなく水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を加えることを特徴とするSOIウエーハを製造する方法。

【請求項2】 水素イオン剥離法によってSOIウエーハを製造する方法において、剥離熱処理後、SOI層の表面を研磨することなく水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を加えることを特徴とするSOIウエーハを製造する方法。

【請求項3】 前記水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を、1000℃～シリコンの融点以下の温度範囲で、6時間以下行うことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のSOIウエーハを製造する方法。

【請求項4】 前記水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を、急速加熱・急速冷却装置を用いて、1000℃～シリコンの融点以下の温度範囲で、1～300秒間行うことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のSOIウエーハを製造する方法。

【請求項5】 請求項4に記載のSOIウエーハを製造する方法において、用いるボンドウエーハをCZウエーハとすることを特徴とするSOIウエーハを製造する方法。

【請求項6】 前記水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を、水素100%雰囲気または水素とアルゴンとの混合雰囲気で行うことを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載のSOIウエーハを製造する方法。

【請求項7】 前記請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の方法で製造されたことを特徴とするSOIウエーハ。

【請求項8】 SOI層の膜厚均一性が±3nm以下であり、SOI層の表面粗さがRMS値で0.3nm以下で、SOI層の表面欠陥密度が 10^4 個/cm²以下であることを特徴とするSOIウエーハ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、イオン注入したウエーハを結合後に剥離してSOI (silicon on insulator) ウエーハを製造する、いわゆる水素イオン剥離法 (スマートカット法とも呼ばれている) において、剥離後にSOI層上に残留するダメージ層、表面粗さを除去するとともに、工程の簡略化を図る方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、SOI構造のウエーハの作製法としては、酸素イオンをシリコン単結晶に高濃度で打ち込んだ後に、高温で熱処理を行い酸化膜を形成するSIMOX (separation by implanted oxygen) 法によるもの

と、2枚の鏡面研磨したシリコンウエーハを接着剤を用いることなく結合し、片方のウエーハを薄膜化する結合法が注目されている技術である。

【0003】SIMOX法は、デバイス活性領域となるSOI層の膜厚を、酸素イオン打ち込み時の加速電圧で決定、制御できるために、薄膜でかつ膜厚均一性の高いSOI層を容易に得る事ができる利点があるが、埋め込み酸化膜の信頼性や、SOI層の結晶性、1300℃以上の温度での熱処理が必要である等問題が多い。

【0004】一方、ウエーハ結合法は、単結晶のシリコン鏡面ウエーハ2枚のうち少なくとも一方に酸化膜を形成し、接着剤を用いずに接合し、次いで熱処理 (通常は1100℃～1200℃) を加えることで結合を強化し、その後片方のウエーハを研削や湿式エッチングにより薄膜化した後、薄膜の表面を鏡面研磨してSOI層を形成するものであるため、埋め込み酸化膜の信頼性が高くSOI層の結晶性も良好であるという利点がある。

【0005】しかし、機械的な加工により薄膜化しているため、薄膜化するのに大変な時間がかかる上に、機械加工による研削・研磨では得られるSOI層の膜厚およびその均一性にも限界があるという欠点がある。

【0006】その上、結合法において用いられるシリコンウエーハは、チョクラルスキー法 (CZ法) によって作製されたCZウエーハが用いられる場合が多いが、近年このCZウエーハには結晶成長時に導入されたCOP (Crystal Originated Particle) と称される結晶欠陥が存在することが判明している。したがって、CZウエーハをデバイス活性層となるボンドウエーハに用いるとSOI層にもCOPが存在し、近年要求される極薄のSOI層ではCOPがSOI層を貫通してピンホールを形成し、電気特性を著しく悪化させることがわかってきた。

【0007】これに対して、例えばCZウエーハにエピタキシャル層を成長させた後、このエピタキシャル層側を結合して、その後基台となるシリコンウエーハを研削・研磨して薄膜化しエピタキシャル層をSOI層とする方法が提案されている (特開平7-254689号参照)。この方法では、前記COP等の結晶欠陥は確実に消滅させることができるが、機械加工による研削・研磨でSOI層を得るため、前述と同様に膜厚およびその均一性に問題が生じる。

【0008】また、FZウエーハを用いた場合も、FZウエーハには酸素がほとんど含まれていないので、酸素に起因した欠陥や前記COPの問題はなくなる。しかし、SOI層を得るためには、機械加工による研削・研磨が必要であるため、膜厚およびその均一性に問題が生じることに変わりがない。

【0009】尚、上記ウエーハ結合法は、シリコンウエーハ同士を結合する場合のみならず、シリコンウエーハとSiO₂、SiC、Al₂O₃等の絶縁性ウエーハと

10

20

30

40

50

直接結合して S O I 層を形成する場合もある。

【0010】一方、最近、S O I ウエーハの製造方法として、イオン注入したウエーハを結合後に剥離して S O I ウエーハを製造する方法（水素イオン剥離法：スマートカット法と呼ばれる技術）が新たに注目され始めている。この方法は、二枚のシリコンウエーハのうち、少なくとも一方に酸化膜を形成すると共に、一方のシリコンウエーハの上面から水素イオンまたは希ガスイオンのうち少なくとも一方を注入し、該ウエーハ内部に微小気泡層（封入層）を形成させた後、該イオンを注入した方の面を酸化膜を介して他方のシリコンウエーハと密着させ、その後熱処理（剥離熱処理）を加えて微小気泡層を劈開面として一方のウエーハを薄膜状に剥離し、さらに熱処理（結合熱処理）を加えて強固に結合して S O I ウエーハとする技術（特開平 5 - 2 1 1 1 2 8 号参照）である。この方法では、劈開面は良好な鏡面であり、S O I 層の膜厚の均一性も高い S O I ウエーハが比較的容易に得られている。

【0011】そして、この水素イオン剥離法においても、シリコンウエーハ同士を結合する場合のみならず、シリコンウエーハにイオン注入して、これと S i O₂、S i C、A l、O、等の絶縁性ウエーハと直接結合して S O I 層を形成する場合もある。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】このような水素イオン剥離法で S O I ウエーハを作製する場合においては、剥離後の S O I ウエーハ表面には、イオン注入によるダメージ層が存在し、また表面粗さが大きいものとなる。したがって、水素イオン剥離法では、このようなダメージ層、表面粗さを除去するために、結合熱処理後の最終工程においてタッチポリッシュと呼ばれる研磨代の極めて少ない鏡面研磨工程が必要となる。

【0013】このように、S O I 層を最後に機械加工である研磨をしてしまうと、研磨の取り代が均一でないために、水素イオン注入、剥離によって達成された S O I 層の膜厚均一性が悪化してしまうと言う問題が生じる。また、結合熱処理後に鏡面研磨をするのでは、工程が多く煩雑であり、コスト的にも不利である。

【0014】そこで、本発明はこのような問題点に鑑みなされたもので、水素イオン剥離法において、剥離後に S O I 層表面に残留するダメージ層、表面粗さを、研磨することなく除去し、S O I 層の膜厚均一性を良好なものとした S O I ウエーハを製造する方法を提供するとともに、工程の簡略化を図ることを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本発明の請求項 1 に記載した発明は、水素イオン剥離法によって S O I ウエーハを製造する方法において、結合熱処理後、S O I 層の表面を研磨することなく水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を加えることを特徴とする S

O I ウエーハを製造する方法である。

【0016】このように、結合熱処理後、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を加えることによって、S O I 層表面に残留するダメージ層、表面粗さを除去することができる。したがって、機械的な研磨をする必要がなくなり、膜厚均一性を悪化させることもないので、水素イオン剥離法によって達成される膜厚の均一性を保持した、極めて高品質の S O I ウエーハを製造することができる。

【0017】また、本発明の請求項 2 に記載した発明は、水素イオン剥離法によって S O I ウエーハを製造する方法において、剥離熱処理後、S O I 層の表面を研磨することなく水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を加えることを特徴とする S O I ウエーハを製造する方法である。

【0018】このように、剥離熱処理後、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を加えることによって、S O I 層表面に残留するダメージ層、表面粗さを除去することができるとともに、この水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を結合熱処理をも兼ねるものとして行うことができる。したがって、機械的な研磨をする必要がなくなり、膜厚均一性を悪化させることもないし、結合熱処理を単独で行う必要もなくなるので、水素イオン剥離法によって極めて高品質の S O I ウエーハを、より簡略な工程で製造することができる。

【0019】次に、本発明の請求項 3 に記載した発明では、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を、1 0 0 0 °C ~ シリコンの融点以下の温度範囲で、6 時間以下行うようにした。このような条件の高温長時間熱処理をすれば、確実に剥離後の S O I 層の表面にあるダメージ層および表面粗さを除去することができる。また、この水素を含む還元性雰囲気下の熱処理は通常の熱処理炉を用いて行うことができる。

【0020】また、本発明の請求項 4 に記載した発明では、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を、急速加熱・急速冷却装置を用いて、1 0 0 0 °C ~ シリコンの融点以下の温度範囲で、1 ~ 3 0 0 秒間行うようにした。このように、剥離後の S O I ウエーハに急速加熱・急速冷却装置を用いて水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を施せば、極めて短時間で効率よく S O I ウエーハ表面のダメージ層および表面粗さを改善することができる。

【0021】そして、請求項 5 に記載したように、請求項 4 に記載の S O I ウエーハを製造する方法において、用いるボンドウエーハを C Z ウエーハとすれば、前記 S O I 層中の C O P も合わせて改善できるので好ましい。

【0022】また、本発明の請求項 6 に記載したように、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を、水素 1 0 0 % 雰囲気または水素とアルゴンとの混合雰囲気で行うのが好ましい。このような熱処理雰囲気とすれば、確実に S O I 層の表面のダメージ層および表面粗さを改善する

ことができる。

【0023】そして、このような本発明方法によれば、膜厚均一性の良い、きわめて高品質のSOIウエーハを得ることができる(請求項7)。特に、請求項8のように、SOI層の膜厚均一性が±3nm以下であり、SOI層の表面粗さがRMS値で0.3nm以下で、SOI層の表面欠陥密度が 10^1 個/cm²以下であるという高品質のSOIウエーハを得ることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。ここで、図1は本発明の水素イオン剥離法でSOIウエーハを製造する方法の製造工程の一例を示すフロー図である。

【0025】以下、本発明を2枚のシリコンウエーハを結合する場合を中心に説明する。まず、図1の水素イオン剥離法において、工程(a)では、2枚のシリコン鏡面ウエーハを準備するものであり、デバイスの仕様に合った基台となるベースウエーハ1とSOI層となるボンドウエーハ2を準備する。

【0026】次に工程(b)では、そのうちの少なくとも一方のウエーハ、ここではボンドウエーハ2を熱酸化し、その表面に約0.1μm~2.0μm厚の酸化膜3を形成する。

【0027】工程(c)では、表面に酸化膜を形成したボンドウエーハ2の片面に対して水素イオンまたは希ガスイオンのうち少なくとも一方、ここでは水素イオンを注入し、イオンの平均進入深さにおいて表面に平行な微小気泡層(封入層)4を形成させるもので、この注入温度は25~450℃が好ましい。

【0028】工程(d)は、水素イオン注入したボンドウエーハ2の水素イオン注入面に、ベースウエーハ1を酸化膜を介して重ね合わせて密着させる工程であり、常温の清浄な雰囲気下で2枚のウエーハの表面同士を接触させることにより、接着剤等を用いることなくウエーハ同士が接着する。

【0029】次に、工程(e)は、封入層4を境界として剥離することによって、剥離ウエーハ5とSOIウエーハ6(SOI層7+埋込み酸化膜3+ベースウエーハ1)に分離する剥離熱処理工程で、例えば不活性ガス雰囲気下約500℃以上の温度で熱処理を加えれば、結晶の再配列と気泡の凝集とによって剥離ウエーハ5とSOIウエーハ6に分離される。

【0030】ここまでの工程は、本発明の方法も、従来の水素イオン剥離法と同じである。そして、本発明は、この剥離工程後請求項1のような方法と、請求項2のような方法にわかれる。

【0031】まず、請求項1の方法では、剥離工程の後、従来通り工程(f)で、結合熱処理工程を行う。この工程は、前記工程(d)(e)の密着工程および剥離

熱処理工程で密着させたウエーハ同士の結合力では、そのままデバイス工程で使用するには弱いので、結合熱処理としてSOIウエーハ6に高温の熱処理を施し結合強度を十分なものとする。この熱処理は例えば不活性ガス雰囲気下、1050℃~1200℃で30分から2時間の範囲で行うことが好ましい。

【0032】そして、次に、従来法ではタッチポリッシュの工程を行い、SOI層7の表面である劈開面に存在するダメージ層および表面粗さを除去する工程を行うが、本発明では、工程(g)において、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を行い、SOI層表面のダメージ層および表面粗さを除去する。このように、結合熱処理後、SOI層表面を研磨することなく、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を加えることによって、SOI層表面に残留するダメージ層、表面粗さを、膜厚均一性を悪化させることなく除去することができる。

【0033】一方、本発明の請求項2の方法では、剥離工程の後、単独の結合熱処理工程(f)を行うことなく、また、SOI層の表面を研磨することなく、直接工程(g)の水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を行う。

【0034】すなわち、剥離熱処理後、すぐに水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を加えることによって、SOI層表面に残留するダメージ層、表面粗さを除去するとともに、この水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を結合熱処理をも兼ねるものとして行うことができる。したがって、機械的な研磨をする必要がなくなり、膜厚均一性を悪化させることもないし、結合熱処理を単独で行う必要もなくなるので、より簡略な工程とすることができ、高品質なSOIウエーハの生産性の向上にも寄与することができる。

【0035】以上の工程を経て結晶品質が高く、膜厚均一性の高いSOI層7を有する高品質のSOIウエーハ6を製造することができる(工程(h))。

【0036】そして、上記のような工程(g)の水素を含む還元性雰囲気下の熱処理は、例えば1000℃~シリコンの融点以下、より好ましくは1200℃~1350℃の温度範囲で、6時間以下行うのが好ましい。このような条件の高温長時間熱処理をすれば、どのような形式の熱処理炉を用いても確実に剥離したSOIウエーハの表面にあるダメージ層および表面粗さを除去することができる。1200℃以上のような高温であると特に効率的にダメージ層、表面粗さを改善でき熱処理時間を短縮することができるが、1350℃を越えて熱処理をすると炉の耐久性や、ウエーハ汚染の問題が生じることがあるので、1200℃~1350℃の範囲とするのがよい。

【0037】また、上記のように通常の熱処理炉を用いたのでは時間がかかるので、本発明では、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を、急速加熱・急速冷却装置を用いて、1000℃~シリコンの融点以下の温度範囲で、

1 ~ 3 0 0 秒間行うようにすることができる。このように、剥離後の S O I ウエーハに急速加熱・急速冷却装置を用いて水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を施せば、極めて短時間で効率よく S O I ウエーハ表面のダメージ層および表面粗さを改善することができる。この場合も、上記と同様に、1 2 0 0 ~ 1 3 5 0 ° C の温度範囲とするのがより効果的である。

【 0 0 3 8 】 この場合、特に急速加熱・急速冷却装置を用いて水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を行う必要が高いのは、用いるボンドウエーハを C Z ウエーハとする場合である。

【 0 0 3 9 】 これは、前述のように C Z ウエーハ中には結晶製造時に導入された C O P が存在する。したがって、近年要求されているような S O I 層が薄い場合には、この C O P が S O I 層を貫通して存在し、ピンホールを形成する場合がある。このような場合、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を長時間にわたり行くと、熱処理中にこのピンホールを通して、還元性ガスが侵入し、埋め込み酸化膜 3 を還元してしまうと言う問題が生じるからである。これに対して、急速加熱・急速冷却装置であれば、きわめて短時間の熱処理で済むので、上記埋め込み酸化膜を還元してしまうようなこともないし、さらには S O I 層中の C O P を合わせて除去することも可能である。

【 0 0 4 0 】 一方、用いるボンドウエーハを、エピタキシャルウエーハあるいは F Z ウエーハとした場合には、上記のような埋め込み酸化膜を還元してしまうような問題は生じないので、通常の炉を用いて水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を行っても良い。しかし、長時間の熱処理が必要になることに変わりがないので、急速加熱・急速冷却装置を用いた方が効率的である。

【 0 0 4 1 】 このような、本発明で用いられる、S O I ウエーハを、水素を含む還元性雰囲気下で急速加熱・急速冷却できる装置としては、熱放射によるランプ加熱器のような装置を挙げることができる。また、市販されているものとして、例えば A S T 社製、S H S - 2 8 0 0 のような装置を挙げることができ、これらは特別複雑で高価なものではない。

【 0 0 4 2 】 ここで、本発明で用いた S O I ウエーハを水素を含む還元性雰囲気下で急速加熱・急速冷却できる装置の一例を示す。図 4 は、急速加熱・急速冷却できる装置の概略図である。図 4 の熱処理装置 2 0 は、例えば炭化珪素あるいは石英からなるベルジャ 2 1 を有し、このベルジャ 2 1 内でウエーハを熱処理するようになっている。加熱は、ベルジャ 2 1 を圍繞するように配置される加熱ヒータ 2 2 , 2 2 ' によって行う。この加熱ヒータは上下方向で分割されており、それぞれ独立に供給される電力を制御できるようになっている。もちろん加熱方式は、これに限定されるものではなく、いわゆる輻射加熱、高周波加熱方式としてもよい。加熱ヒータ 2 2 ,

2 2 ' の外側には、熱を遮蔽するためのハウジング 2 3 が配置されている。

【 0 0 4 3 】 炉の下方には、水冷チャンバ 2 4 とベースプレート 2 5 が配置され、ベルジャ 2 1 内と、大気とを封鎖している。そして S O I ウエーハ 2 8 はステージ 2 7 上に保持されるようになっており、ステージ 2 7 はモータ 2 9 によって上下動自在な支持軸 2 6 の上端に取りつけられている。水冷チャンバ 2 4 には横方向からウエーハを炉内に出し入れできるように、ゲートバルブによって開閉可能に構成される不図示のウエーハ挿入口が設けられている。また、ベースプレート 2 5 には、ガス流入口と排気口が設けられており、炉内ガス雰囲気を調整できるようになっている。

【 0 0 4 4 】 以上のような熱処理装置 2 0 によって、S O I ウエーハを水素を含む還元性雰囲気下で急速加熱・急速冷却する熱処理は次のように行われる。まず、加熱ヒータ 2 2 , 2 2 ' によってベルジャ 2 1 内を、例えば 1 0 0 0 ° C ~ シリコンの融点以下の所望温度に加熱し、その温度に保持する。分割された加熱ヒータそれぞれを独立して供給電力を制御すれば、ベルジャ 2 1 内を高さ方向に沿って温度分布をつけることができる。したがって、ウエーハの処理温度は、ステージ 2 7 の位置、すなわち支持軸 2 6 の炉内への挿入量によって決定することができる。熱処理雰囲気は、ベースプレートのガス流入口より水素を含む還元性ガスを導入することによって調整する。

【 0 0 4 5 】 ベルジャ 2 1 内が所望温度で維持されたなら、熱処理装置 2 0 に隣接して配置される、不図示のウエーハハンドリング装置によって S O I ウエーハを水冷チャンバ 2 4 の挿入口から入れ、最下端位置で待機させたステージ 2 7 上に例えば S i C ボートを介してウエーハを乗せる。この時、水冷チャンバ 2 4 およびベースプレート 2 5 は水冷されているので、ウエーハはこの位置では高温化しない。

【 0 0 4 6 】 そして、S O I ウエーハのステージ 2 7 上への載置が完了したなら、すぐにモータ 2 9 によって支持軸 2 6 を炉内に挿入することによって、ステージ 2 7 を 1 0 0 0 ° C ~ シリコンの融点以下の所望温度位置まで上昇させ、ステージ上の S O I ウエーハに高温熱処理を加える。この場合、水冷チャンバ 2 4 内のステージ下端位置から、所望温度位置までの移動には、例えば 2 0 秒程度しかかからないので、S O I ウエーハは急速加熱されることになる。

【 0 0 4 7 】 そして、ステージ 2 7 を所望温度位置で、所定時間停止 (1 ~ 3 0 0 秒) させることによって、S O I ウエーハに還元性雰囲気下停止時間分の高温熱処理を加えることができる。所定時間が経過し高温熱処理が終了したなら、すぐにモータ 2 9 によって支持軸 2 6 を炉内から引き抜くことによって、ステージ 2 7 を下降させ水冷チャンバ 2 4 内の下端位置とする。この下降動作

も、例えば20秒程度で行うことができる。ステージ27上のSOIウエーハは、水冷チャンバ24およびベースプレート25が水冷されているので、急速に冷却される。最後に、ウエーハハンドリング装置によって、SOIウエーハを取り出すことによって、熱処理を完了する。さらに熱処理するSOIウエーハがある場合には、熱処理装置20の温度を降温させてないので、次々にウエーハを投入し連続的に熱処理をすることができる。

【0048】この場合、本発明の水素を含む還元性雰囲気下の熱処理の雰囲気としては、水素100%雰囲気または水素とアルゴンとの混合雰囲気で行うことができる。このような熱処理雰囲気とすれば、SOIウエーハ表面に害となるような被膜を形成することもなく、確実にSOIウエーハの表面のダメージ層、表面粗さを改善することができるからである。

【0049】このように本発明方法によって、膜厚均一性の良い、きわめて高品質のSOIウエーハを得ること

1) 埋込み酸化膜厚: 400nm (0.4ミクロン)、

2) 水素注入条件: H^+ イオン、注入エネルギー 100keV

注入線量 $8 \times 10^{16}/cm^2$

3) 剥離熱処理条件: N_2 ガス雰囲気下、500°C×30分

【0052】こうして厚さ0.4ミクロンのSOI層を有するSOIウエーハを得ることができたが、図1

(e)の剥離したままのSOIウエーハの表面(剥離面)の表面粗さを、原子間力顕微鏡法により1ミクロン角で測定したところ、それぞれRMS値(自乗平均平方根粗さ)で、平均7.4nmであった。この値は、通常の鏡面研磨されたシリコンウエーハの表面粗さの10倍以上の値で、剥離したままのSOI層の表面は局所的な面粗れが大きいことがわかる。

【0053】また、図1(e)の、剥離したままのSOIウエーハの剥離面のダメージ層の深さを調べるため、KOH水溶液によるエッチングを行い、表面からのエッチング除去量を変えたSOIウエーハを準備した。そして、これらのSOIウエーハを、H. Gassel (J. Electrochem. Soc., 140, p 1713, 1993)らにより開示された四段セコエッチング法を行った後顕微鏡観察して、その表面に存在するピット密度をカウントすることによって測定した。エッチング除去量は、0、50、100、150、200、250、300nmとした。測定結果を、図2の曲線aに示した。

【0054】この図から、剥離直後のSOIウエーハの表面には深さ約150nmのダメージ層があることがわかる。なお、150nmより深い所で観察されるピットは、もともとボンドウエーハに存在する結晶欠陥の密度であると思われる。

【0055】また、図1(e)の、剥離したままのSOIウエーハのSOI層の膜厚を測定し、膜厚均一性を求めた。膜厚測定は、反射分光法で行い、SOIウエーハ

ができる。特に、本発明では、SOI層の膜厚均一性が $\pm 3nm$ 以下であり、SOI層の表面粗さがRMS値で $0.3nm$ 以下で、SOI層の表面欠陥密度が 10^4 個/ cm^2 以下であるという、各品質項目ともに高品質のSOIウエーハを得ることができる。

【0050】

【実施例】以下、本発明の実施例を挙げて具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

(実施例1) 導電型がp型で抵抗率が $20\Omega \cdot cm$ 、直径が150mmのシリコン鏡面ウエーハを2枚準備した。このうち一方をボンドウエーハとして用い、図1(a)~(h)に示す工程に従った本発明の水素イオン剥離法によりSOIウエーハを製造することにした。

【0051】まず、図1の(a)~(e)にしたがい、ボンドウエーハを剥離して、SOIウエーハ6を得た。この時、SOI層の厚さは0.4ミクロンとし、その他イオン注入等の主な条件は次の通りとした。

の面内を外周から10mmを除いて、1mmピッチで数千点測定した。測定値のシグマ(標準偏差)は、0.9nmであり、従って膜厚均一性(3シグマ)は $\pm 2.7nm$ で、悪くとも $\pm 3nm$ 以内であることがわかった。したがって、剥離後のSOI層の膜厚均一性は極めて良好であることがわかった。

【0056】次に、図1(f)で、SOIウエーハに結合熱処理を施した。結合熱処理条件は、 N_2 ガス雰囲気下、1100°Cで2時間とし、SOI層を強固にボンドウエーハと結合させた。

【0057】次に、図1(g)で、結合熱処理後のSOIウエーハを、研磨することなく、図4に示した急速加熱・急速冷却装置を用いて、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を施した。熱処理条件は、水素100%雰囲気下、1200°Cで30秒間とした。なお、熱処理前には、SOIウエーハを汚染しないように、熱処理前洗浄をした。この洗浄は、いわゆるRCA洗浄として広く知られている、(アンモニア/過酸化水素水)、(塩酸/過酸化水素水)の2段洗浄を行った。

【0058】そして、急速加熱・急速冷却装置による熱処理後のSOI層の表面粗さを、原子間力顕微鏡法により1ミクロン角で再び測定したところ、それぞれRMS値(自乗平均平方根粗さ)で、平均0.25nmであり、確実に $0.3nm$ 以下とすることができた。この値は、通常の鏡面研磨されたシリコンウエーハの表面粗さと同等であり、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理によって著しい表面粗さの改善が図られたことがわかる。

【0059】また、急速加熱・急速冷却装置による熱処理後のSOIウエーハのダメージ層の深さを調べるた

め、KOH水溶液によるエッチングを行い、表面からのエッチング除去量を変えたSOIウエーハを準備した。そして、これらのSOIウエーハを、前記H. Gasselらにより開示された四段セコエッチング法を行った後顕微鏡観察して、その表面に存在するビット密度をカウントすることによって測定した。エッチング除去量は、0、50、100、150、200、300nmとした。測定結果を、図2の曲線bに示した。この図から、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理後のSOIウエーハの表面には、研磨を行っていないにもかかわらず、ダメージ層がなくなっていることがわかる。すなわち、SOI層の表面欠陥密度は、約250個/cm²であり、深さ方向にこの値は変化せず、確実に10³個/cm²以下とすることができることがわかる。

【0060】また、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理後のSOIウエーハのSOI層の膜厚を前記と同様に反射分光法で測定し、再び膜厚均一性を求めた。その結果、測定値のシグマは、0.9nmであり、従って膜厚均一性(3シグマ)は±2.7nmで、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を行う前と同一の値であった。したがって、本発明で作製されるSOIウエーハのSOI層の膜厚均一性は、±3nm以下で極めて良好であることがわかった。

【0061】(実施例2) 実施例1と同様に、図1の(a)～(e)にしたがい、ボンドウエーハを剥離して、SOIウエーハ6を得た。この時、SOI層の厚さは0.4ミクロンとし、その他イオン注入等の主な条件も実施例1と同様にした。

【0062】こうして厚さ0.4ミクロンのSOI層を有するSOIウエーハを得ることができたが、図1(e)の剥離したままのSOIウエーハの表面(剥離面)の表面粗さを、原子間力顕微鏡法により1ミクロン角で測定したところ、RMS値(自乗平均平方根粗さ)で、平均8.4nmであった。

【0063】また、図1(e)の、剥離したままのSOIウエーハの剥離面のダメージ層の深さを調べるため、KOH水溶液によるエッチングを行い、表面からのエッチング除去量を変えたSOIウエーハを準備した。そして、これらのSOIウエーハを、前記H. Gasselらにより開示された四段セコエッチング法を行った後顕微鏡観察して、その表面に存在するビット密度をカウントすることによって測定したところ、実施例1と同様に、深さ約150nmのダメージ層があることが確認された。

【0064】また、図1(e)の、剥離したままのSOIウエーハのSOI層の膜厚を測定し、膜厚均一性を求めた。膜厚測定は、反射分光法で行い、SOIウエーハの面内を外周から10mmを除いて、1mmピッチで数千点測定した。測定値のシグマは、実施例1と同様、0.9nmであり、従って膜厚均一性(3シグマ)は±

2.7nmで、悪くとも±3nm以内であることがわかった。したがって、剥離後のSOI層の膜厚均一性は極めて良好であることがわかった。

【0065】次に、図1(f)のSOIウエーハの結合熱処理を省略し、結合熱処理も兼ねるものとして、図4に示した急速加熱・急速冷却装置を用いて、図1(g)の水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を、剥離したままのSOIウエーハに施した。熱処理条件は、水素100%雰囲気下、1200℃で3.0秒間とした。なお、熱処理前には、SOIウエーハを汚染しないように、熱処理前洗浄をした。この洗浄は、いわゆるRCA洗浄として広く知られている、(アンモニア/過酸化水素水)、(塩酸/過酸化水素水)の2段洗浄を行った。

【0066】そして、急速加熱・急速冷却装置による熱処理後のSOI層の表面粗さを、原子間力顕微鏡法により1ミクロン角で再び測定したところ、それぞれRMS値(自乗平均平方根粗さ)で、平均0.26nmであった。この値は、通常の鏡面研磨されたシリコンウエーハの表面粗さと同等であり、結合熱処理の有無にかかわらず、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理によって著しい表面粗さの改善が図られたことがわかる。

【0067】また、急速加熱・急速冷却装置による熱処理後のSOIウエーハのダメージ層の深さを調べるため、KOH水溶液によるエッチングを行い、表面からのエッチング除去量を変えたSOIウエーハを準備した。そして、これらのSOIウエーハを、前記H. Gasselらにより開示された四段セコエッチング法を行った後顕微鏡観察して、その表面に存在するビット密度をカウントすることによって測定した。エッチング除去量は、0、50、100、150、200、300nmとして測定したところ、実施例1と同様にSOIウエーハの表面には、研磨を行っていないにもかかわらず、ダメージ層がなくなっていることがわかった。

【0068】また、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理後のSOIウエーハのSOI層の膜厚を前記と同様にして反射分光法で測定し、再び膜厚均一性を求めた。その結果、測定値のシグマは、0.9nmであり、従って膜厚均一性(3シグマ)は±2.7nmで、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を行う前と同一の値であった。したがって、本発明で作製されるSOIウエーハのSOI層の膜厚均一性は、±3nm以下で極めて良好であることがわかった。

【0069】一方、この実施例2のSOIウエーハは、通常N₂ガス雰囲気下、1100℃×2時間等で行われる、いわゆる結合熱処理を独立して行っていないため、SOI層の結合強度が心配となるが、SOI層とベースウエーハの表面に接着剤を用いて治具を取り付け、SOI層が剥れるか否かの引っ張り強度試験を行った所、SOI層が剥れることはなく、治具の方が先に破断した。治具の破断強度は、少なくとも800Kg/cm²であ

る。したがって、急速加熱・急速冷却装置を用いて水素を含む還元性雰囲気下で熱処理すれば、SOI層の結合強度も充分なものが得られることがわかった。

【0070】(比較例)実施例1と同様にして、図1(a)～(f)に従い、水素イオン剥離法によって、剥離後に結合熱処理を施したSOIウエーハを得た。これに従来法のようにタッチポリッシュを行い、表面のダメージ層および表面粗さを除去した。この時、SOI層の膜厚を前記と同様に反射分光法により測定し、その結果をタッチポリッシュによる研磨代と膜厚測定値のシグマとの関係で表したのが図3である。

【0071】この図を見れば明らかであるように、研磨することにより著しくSOI層の膜厚均一性が悪化することがわかる。特に、表面ダメージ層を除去するために必要である150nmも除去すると、著しく膜厚均一性が悪化する。

【0072】なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【0073】例えば、上記では2枚のシリコンウエーハを結合してSOIウエーハを作製する場合を中心に説明したが、本発明は、この場合に限定されるものではなく、シリコンウエーハにイオン注入後に絶縁性ウエーハと結合し、シリコンウエーハを剥離してSOIウエーハを製造する場合にも当然に適用可能である。

【0074】また、本発明のSOIウエーハの製造工程も、図1に示したものに限定されるものではなく、この工程には、洗浄、熱処理等の他の工程が付加されることもあるし、あるいは一部工程順の入れ替え、省略等が目

的に応じて適宜行うことができるものである。

【0075】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、水素イオン剥離法において、剥離後にSOI層表面に残留するダメージ層、表面粗さを、研磨することなく、水素を含む還元性雰囲気下の熱処理を施すことによって除去するようにするので、SOI層の膜厚均一性が極めて良好なSOIウエーハを製造することができるとともに、工程の簡略化を図ることができる。したがって、きわめて高品質のSOIウエーハを低コストで製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(h)は、本発明の水素イオン剥離法によるSOIウエーハの製造工程の一例を示すフロー図である。

【図2】剥離後のSOIウエーハのダメージ層を測定した結果図である。

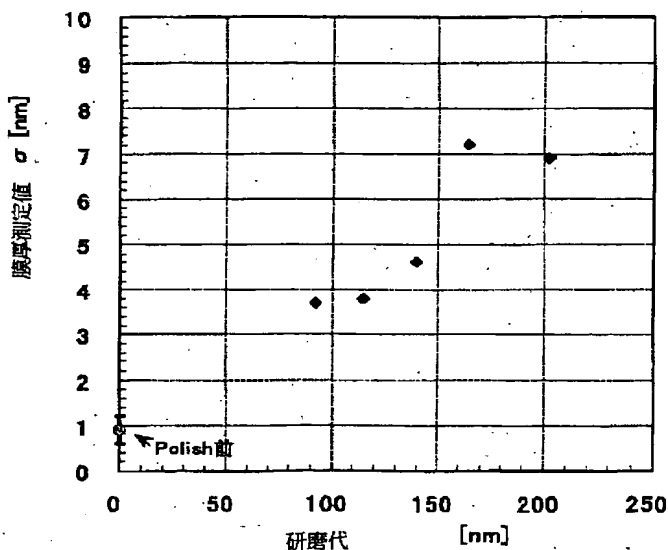
【図3】研磨代とSOI層の膜厚測定値のシグマとの関係を示した結果図である。

【図4】急速加熱・急速冷却装置の一例を示した、概略図である。

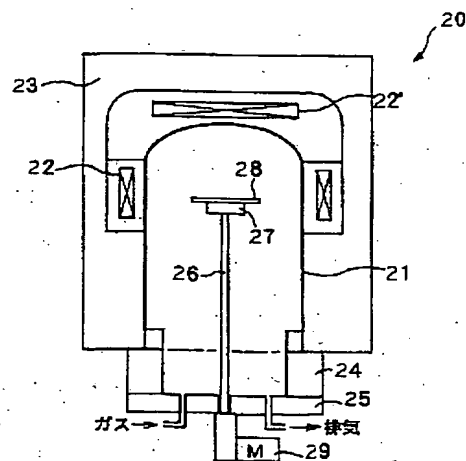
【符号の説明】

1…ベースウエーハ、2…ボンドウエーハ、3…酸化膜、4…水素イオン注入微小気泡層(封入層)、5…剥離ウエーハ、6…SOIウエーハ、7…SOI層、20…熱処理装置、21…ベルジャ、22, 22'…加熱ヒータ、23…ハウジング、24…水冷チャンバ、25…ベースプレート、26…支持軸、27…ステージ、28…SOIウエーハ、29…モータ。

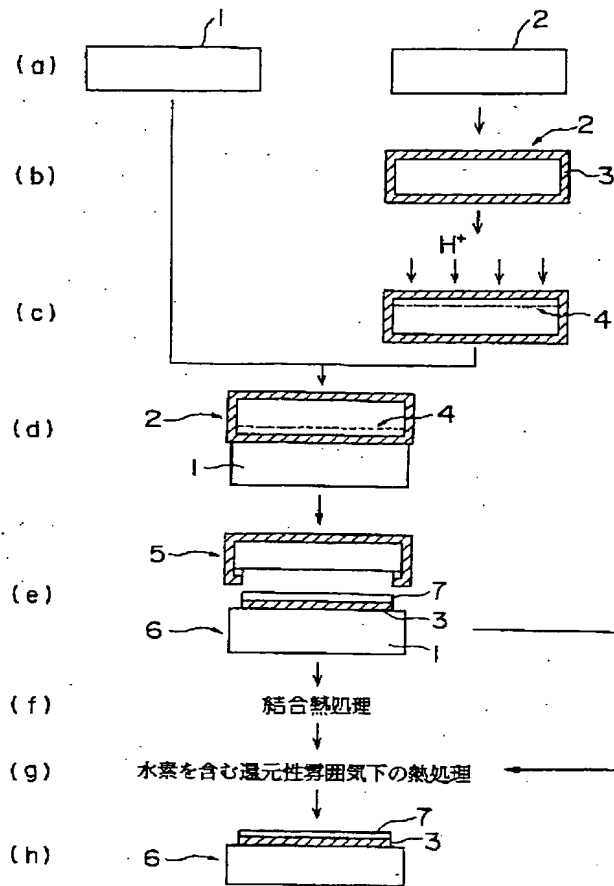
【図3】



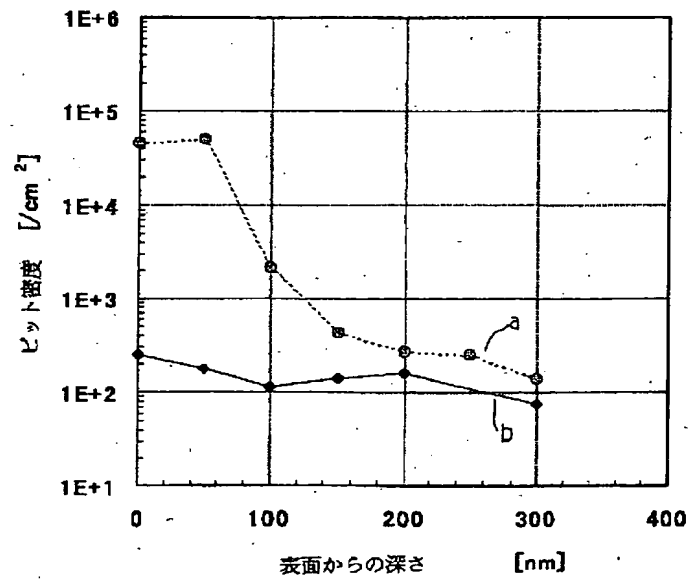
【図4】



【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 三谷 清

群馬県安中市磯部 2 丁目 13 番 1 号 信越半
導体株式会社半導体磯部研究所内